

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
**Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1/9/5  
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

010315227    \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1995-216485/199529

XRPX Acc No: N95-169607

Arrangement for serial data communications for position measurement device - has output device associated with position measurement device, serial data line for clock synchronous communications and memory in position measurement device contg. specific device parameters for serial transfer to processing unit

Patent Assignee: HEIDENHAIN GMBH JOHANNES (HEIJ )

Inventor: BIELSKI S; HAGL R; HOFBAUER H; STRASSER E; WASTLHUBER R

Number of Countries: 007    Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 4342377	A1	19950614	DE 4342377	A	19931213	199529    B
EP 660209	A1	19950628	EP 94119466	A	19941209	199530
EP 660209	B1	19961030	EP 94119466	A	19941209	199648
DE 59400945	G	19961205	DE 500945	A	19941209	199703
			EP 94119466	A	19941209	

Priority Applications (No Type Date): DE 4342377 A 19931213

Cited Patents: 03Jnl.Ref; EP 142112; EP 171579; US 4912476

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 4342377	A1		9	G08C-019/16	
------------	----	--	---	-------------	--

EP 660209	A1 G	13	G05B-019/414		
-----------	------	----	--------------	--	--

EP 660209	B1 G	16	G05B-019/414		
-----------	------	----	--------------	--	--

Designated States (Regional): AT CH DE FR GB IT LI

DE 59400945	G		G05B-019/414	Based on patent EP 660209	
-------------	---	--	--------------	---------------------------	--

Abstract (Basic): DE 4342377 A

The arrangement contains an output component associated with the position measurement device (1), a clock pulse generator feeding clock pulses to the output device's clock input and a data line (5) connecting the output components serial output to a processing unit (4). The position measurement values are serially transferred clock synchronously to the processing unit over the data line.

A memory (9) in the position measurement device contains specific parameters of the device which can be serially transferred synchronously wrt. the clock pulses over the data line to the processing unit, which is adapts to these parameters.

USE/ADVANTAGE - For optimisation of a processing unit to the specific parameters of the position measurement device and minimisation of the cost of communications cabling.

Dwg.1/4

Abstract (Equivalent): EP 660209 B

Apparatus for serial transmission of data between a position measuring device (1) and a processing unit (4), wherein the position measuring device (1) comprises a unit (2) in which a binary code word defining the absolute position is formed from the sensing signals of at least one sensing device (10), characterised in that the binary code word can be fed to an output unit (3) which causes bit-serial transmission of the code word over a data line (5) in response to a command (Status) from the processing unit (4), and in that the position

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

measuring device (1) further comprises a plurality of memory regions (8, 9), wherein specific parameters of the position measuring device (1) are stored in one memory region (9) and can likewise be transmitted serially over the said data line (5) to the processing unit (4), whereby the processing unit (4) can be matched to these parameters, and a further memory region (8) serves for decoding commands (Status) from the processing unit (4), these commands (Status) likewise being capable of being transmitted serially over the said data line (5) to the position measuring device (1).

(Dwg.1/7)

Title Terms: ARRANGE; SERIAL; DATA; COMMUNICATE; POSITION; MEASURE; DEVICE; OUTPUT; DEVICE; ASSOCIATE; POSITION; MEASURE; DEVICE; SERIAL; DATA; LINE; CLOCK; SYNCHRONOUS; COMMUNICATE; MEMORY; POSITION; MEASURE; DEVICE; CONTAIN; SPECIFIC; DEVICE; PARAMETER; SERIAL; TRANSFER; PROCESS; UNIT

Derwent Class: S02; W05

International Patent Class (Main): G05B-019/414; G08C-019/16

International Patent Class (Additional): G01B-021/00

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A06C; S02-A08; W05-D03A

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 660 209 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 94119466.4

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: G05B 19/414

22 Anmeldetag: 09.12.94

30 Priorität: 13.12.93 DE 4342377

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
28.06.95 Patentblatt 95/26

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE FR GB IT LI

71 Anmelder: Dr. Johannes Heidenhain GmbH  
Postfach 12 60  
D-83292 Traunreut (DE)

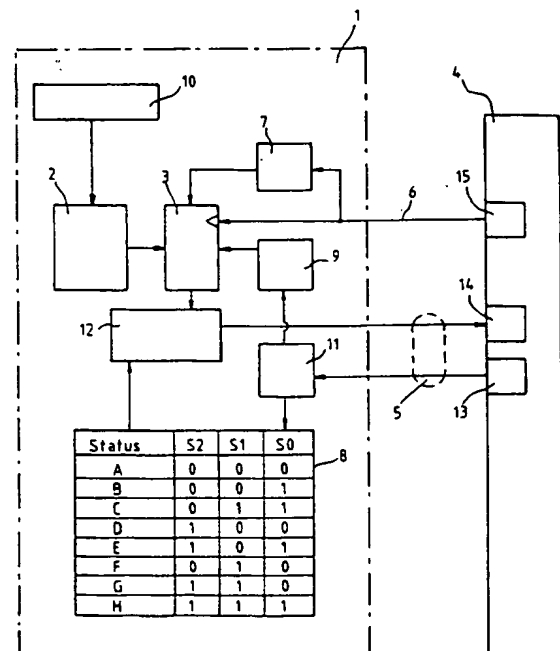
72 Erfinder: Hagl, Rainer, Dr.  
Am Strohhof 6 a

D-83352 Altenmarkt (DE)  
Erfinder: Bielski, Steffen  
Futakerstrasse 24  
D-84518 Garching/Alz (DE)  
Erfinder: Hofbauer, Hermann  
Johann-Namberger-Strasse 46  
D-83308 Trostberg (DE)  
Erfinder: Wastlhuber, Robert  
Tüchler Strasse 10  
D-84518 Garching/Alz (DE)  
Erfinder: Strasser, Erich  
Sonnenleite 17  
D-83308 Trostberg (DE)

54 Vorrichtung und Verfahren zur seriellen Datenübertragung zwischen einer Positionsmesseinrichtung und einer Verarbeitungseinheit.

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur seriellen Datenübertragung. In der Positionsmesseinrichtung (1) ist ein Speicher (9) vorgesehen, in dem spezifische Parameter der Positionsmesseinrichtung (1) abgespeichert sind. Diese Parameter können auf der Datenleitung (5) zu einer Verarbeitungseinheit (4) übertragen werden, auf der während der Positionsmessung die Meßwerte übertragen werden. Durch Übernahme der Parameter wird die Verarbeitungseinheit (4) an die angeschlossene Positionsmesseinrichtung (1) angepaßt.

FIG. 1



EP 0 660 209 A1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur seriellen Datenübertragung zwischen einer Positionsmeßeinrichtung und einer Verarbeitungseinheit, insbesondere einer NC-Steuerung.

Aus der EP-0 171 579 B1 ist eine derartige Anordnung bekannt. Die Positionsmeßwerte der Positionsmeßeinrichtung werden synchron zu einem von einer Verarbeitungseinheit vorgegebenen Takt an diese Verarbeitungseinheit übertragen.

Nachteilig bei dieser Anordnung ist vor allem, daß die Verarbeitungseinheit vom Anwender aufwendig an die spezifischen Parameter der Positionsmeßeinrichtung angepaßt werden muß. So ist beispielsweise die Taktanzahl, die zur vollständigen Übertragung eines Positionsmeßwertes erforderlich ist, abhängig von der Auflösung der Positionsmeßeinrichtung. Bisher wurde von der Verarbeitungseinheit eine feste Taktanzahl (z.B. 13) vorgegeben. Wird nun eine Positionsmeßeinrichtung mit geringer Auflösung (z.B. 5 Bit) eingesetzt, dann werden trotzdem die 13 Takte zur Meßwertübertragung verwendet. Es ist ersichtlich, daß dabei unnötige Übertragungszeit verbraucht wird.

Aus der DE 39 36 452 A1 ist ein Verfahren zum Anpassen einer numerischen Steuerung an spezifische Parameter einer Positionsmeßeinrichtung bekannt. Dabei werden die spezifischen Parameter in einem Informationsträger abgespeichert und während eines Probelaufes an die Steuerung übertragen.

In der DE 41 29 577 A1 ist eine Positionsmeßeinrichtung bekannt, in der ein Datenspeicher mit systemspezifischen Daten integriert ist. Die Ausgänge des Datenspeichers sowie die Ausgänge der Abtasteinheiten sind zeitweise auf Übertragungsleitungen aufschaltbar. Nachteilig ist dabei, daß die Synchronisation zwischen der Meßeinrichtung und der Auswerteeinheit nicht gewährleistet ist. Weiterhin muß der Absolutwert erst in der Verarbeitungseinheit generiert werden, beispielsweise durch arctan-Bildung, was den Aufwand in der Verarbeitungseinheit erhöht. Nachteilig ist auch, daß zur Übertragung Multiplexer benötigt werden. Das Senden von Parametern ist ausschließlich beim Einschalten der Versorgungsspannung der Meßeinrichtung vorgesehen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Anpassung der Verarbeitungseinheit an spezifische Parameter der Positionsmeßeinrichtung zu optimieren und den Aufwand an Übertragungsleitungen zwischen der Positionsmeßeinrichtung und der Verarbeitungseinheit zu minimieren.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 und des Anspruches 12 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die besonderen Vorteile der Erfindung liegen darin, daß die spezifischen Parameter der Posi-

tionsmeßeinrichtung selbständig von der Verarbeitungseinheit übernommen werden können, wobei zur Übertragung dieser Parameter die gleichen Leitungen verwendet werden, die bereits zur Meßwertübertragung vorhanden sind. Weiterhin ist eine sichere Übertragung gewährleistet.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles näher erläutert:

Es zeigen:

- Figur 1 eine Prinzipdarstellung einer Anordnung zur seriellen Datenübertragung einer Winkelmeßeinrichtung,
- Figur 2 ein Übertragungsprotokoll zur Parameterübertragung,
- Figur 3 schematisch die Abfolge der synchron seriellen Datenübertragung in einem Impuls-Zeit-Diagramm,
- Figur 4 eine weitere Abfolge der Datenübertragung,
- Figur 5 die Datenübertragung mit unterbrochenem Takt,
- Figur 6 die Datenübertragung mit durchlaufendem Takt und
- Figur 7 eine Schaltung zur bidirektionalen Datenübertragung.

In dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist mit dem Bezugszeichen 1 eine Winkelmeßeinrichtung bezeichnet, welche die jeweilige absolute Winkelstellung als Binär-Datenwort (Dualcode) an eine Verarbeitungseinheit 4 überträgt. Durch bekannte lichtelektrische Abtastung einer Codescheibe oder mehrerer über Untersetzungsgetriebe miteinander verbundener Codescheiben (Multiturn) werden von einer Abtasteinrichtung 10 analoge Abtastsignale erzeugt, die einem Baustein 2 zugeführt werden. In diesem Baustein 2 werden die Abtastsignale verstärkt und in Digitalsignale zu einem Binär-Datenwort umgewandelt. Der Baustein 2 gewährleistet, daß unabhängig vom vorliegenden Code der Codescheiben am Ausgang immer der vollständige absolute Positionswert ansteht. Der Code der Codescheiben kann als Gray-Code oder aus mehreren Inkrementalspuren mit definiert unterschiedlicher Teilungsperiode (DE 41 25 865 A1) ausgebildet sein. Der Baustein 2 kann auch zur Korrektur der Analog- oder Digitalsignale dienen, ebenso werden im Baustein 2 notwendige Berechnungen durchgeführt, die zum korrekten Anschluß bzw. zur korrekten Kombination mehrerer Codespuren bzw. Gruppen von Codespuren erforderlich sind. Diese Berechnungen sind beispielsweise in der DE 27 58 525 B1, der DE 29 38 318 C3 oder der DE 37 34 938 C2 ausführlich beschrieben.

Der absolute Positionsmeßwert wird einem Parallel-Serien-Wandler 3 als Ausgabebaustein zugeführt, der gesteuert von einer Taktimpulsfolge die einzelnen Bits des den absoluten Positionsmeßwert



bestimmenden Datenwortes seriell über die Datenleitung 5 an die Verarbeitungseinheit 4 sendet. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die Taktimpulsfolge von der Verarbeitungseinheit 4 vorgegeben wird. Zur Übertragung der Taktimpulse von der Verarbeitungseinheit 4 zur Winkelmeßeinrichtung 1 ist eine Taktleitung 6 vorgesehen. Die Übertragung des Positionsmeßwertes erfolgt mittels einer retriggerbaren Zeitstufe 7, wie in der EP 0 171 579 B1 ausführlich erläutert ist, auf die ausdrücklich Bezug genommen wird.

Erfindungsgemäß werden über die Datenleitung 5 auch Befehle von der Verarbeitungseinheit 4 zu der Positionsmeßeinrichtung 1 übertragen. Die Befehle werden einem Speicher 8 der Positionsmeßeinrichtung 1 zugeführt, der den Befehl dekodiert und die Positionsmeßeinrichtung 1 veranlaßt, den entsprechenden Befehl auszuführen. Dieser Befehl ist im Beispiel ein Datenwort aus drei Status-Bits S2 S1 und S0. Zur Sicherung der Übertragung von Status-Befehlen wird jedes Status-Bit auch invertiert übertragen, so daß insgesamt sechs Status-Bits S2, S1, S0, S2, S1, S0 für einen Befehl von der Verarbeitungseinheit 4 zur Positionsmeßeinrichtung 1 übertragen werden. Erkennt die Positionsmeßeinrichtung 1 eine fehlerhafte Status-Bit-Übertragung, so erfolgt eine Fehlermeldung.

Die Positionsmeßeinrichtung 1 wird nachfolgend nur als Meßsystem bezeichnet.

Im Beispiel sind acht Status-Befehle A bis H angegeben, die nachfolgend im Detail beschrieben werden:

#### 1. Statusbefehl A:

Wird von der Verarbeitungseinheit 4 das Datenwort A an die Positionsmeßeinrichtung 1 über die Datenleitung 5 gesendet, bedeutet dies, daß die Meßeinrichtung 1 damit aufgefordert wird, einen absoluten Positionsmeßwert an die Verarbeitungseinheit 4 zu senden. Das Übertragungsprotokoll hierzu ist in den Figuren 3 bis 6 dargestellt und wird später ausführlich beschrieben.

#### 2. Statusbefehl B:

Mit diesem Befehl wird die Auswahl eines Speicherbereiches veranlaßt. Die Meßeinrichtung 1 beinhaltet einen Speicher 9, in dem Parameter der Meßeinrichtung 1 abgelegt werden können. Weitere Speicher oder Speicherbereiche können für Korrekturwerte vorgesehen werden. Ebenso ist es möglich, im Speicher 9 einen Bereich vorzusehen, in dem der Anwender spezifische Anwenderparameter, z.B. Motordaten ablegt. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Speicher 9 derart aufgeteilt ist, daß der Bereich mit den Parametern des Meßsystemes 1 nur vom Meßsystemhersteller be-

schrieben werden kann, und ein weiterer Bereich für den Anwender frei zugänglich (beschreibbar und lesbar) ist. Der Bereich mit den Parametern des Meßsystemherstellers kann wiederum aufgeteilt sein, und zwar in einen Bereich der vom Anwender lesbar und einen Bereich, der ausschließlich vom Meßsystemhersteller lesbar ist.

Wie in Figur 2 ersichtlich, wird zum Lesen bzw. Schreiben von Parametern zunächst mit dem Befehl B die Speicherauswahl aktiviert. Nach dem Befehl B wird ein 16 Bit Datenwort (Memory Range Select Code) von der Verarbeitungseinheit 4 zum Meßsystem 1 gesendet, um einen Bereich des Speichers 9 auszuwählen. Der Befehl wird vom Meßsystem quittiert.

#### 3. Statusbefehl C:

Ist mit dem Befehl B ein bestimmter Speicherbereich angewählt, wird mit diesem Befehl C der Meßeinrichtung 1 mitgeteilt, daß nachfolgend unter einer bestimmten Adresse Parameter dem Meßsystem 1 zugeführt werden. Das heißt, daß nach diesem Statusbefehl C zuerst die Adresseninformation, unter der die Parameter abzuspeichern sind, und nachher die Parameterinformation von der Verarbeitungseinheit 4 über die Datenleitung 5 der Meßeinrichtung 1 zugeführt werden.

#### 4. Statusbefehl D:

Ist mit dem Befehl B ein bestimmter Speicherbereich angewählt, wird mit diesem Befehl D der Meßeinrichtung 1 mitgeteilt, daß die Verarbeitungseinheit 4 das Senden von abgespeicherten Parametern der Meßeinrichtung 1 erwartet. Von der Verarbeitungseinheit 1 wird zusätzlich die Adresse angegeben, wo diese Parameter in der Meßeinrichtung 1 abgespeichert sind.

#### 5. Statusbefehl E:

Mit diesem Befehl E können vorgegebene Bereiche des Speichers 9 auf Veranlassung der Verarbeitungseinheit 4 gelöscht werden.

#### 6. Statusbefehle F bis H:

Diese Befehle sind vorteilhaft zum Testen der Meßeinrichtung 1 reserviert. Somit ist es beispielsweise möglich, daß ein Meßsystem 1 mit integrierter Fehlerüberwachung über weite Entfernungen getestet und der Fehler diagnostiziert werden kann. Beispielsweise kann nach dem Befehl F der Verarbeitungseinheit 4 unter einer vorgegebenen Adresse eines Speicherbereiches des Speichers 9 nachgesehen werden, ob dort eine Fehlermeldung abgespeichert ist. Diese Fehlermeldung wird nachfol-

gend vom Meßsystem 1 zur Verarbeitungseinheit 4 über die Datenleitung 5 gesendet.

In Figur 2 ist das Übertragungsprotokoll der Parameterübertragung dargestellt. Es ist ersichtlich, daß in der Zeit, in der die Statusbits, die Adressen sowie die Parameter von der Verarbeitungseinheit 4 gesendet werden, der Empfänger 11 im Meßsystem 1 aktiv und der Sender 12 im Meßsystem 1 inaktiv ist. Ebenso ist ersichtlich, daß die übertragenen Daten bei den Befehlen B und C durch zurücksenden dieser Daten an die Verarbeitungseinheit 4 quittiert werden. Wird in der Verarbeitungseinheit 4 festgestellt, daß sich die gesendeten Daten von den empfangenen Daten unterscheiden, wird die Übertragung wiederholt. Vom Meßsystem 1 wird außer den Daten noch ein 8 bit CRC übertragen. CRC bedeutet cyclic redundancy check, dieses Datenwort wird durch eine bekannte Verknüpfung der Datenbits gewonnen. Diese Übertragung des CRC ermöglicht der Verarbeitungseinheit 4 eine Überprüfung, ob die Datenübertragung fehlerfrei erfolgt ist. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in Figur 2 die invertierten Status-Bits nicht dargestellt.

In Figur 1 ist mit 13 der Sender und mit 14 der Empfänger der Verarbeitungseinheit 4 bezeichnet. Ebenso ist ersichtlich, daß der Taktgeber 15 in der Verarbeitungseinheit 4 untergebracht ist. Die Verarbeitungseinheit 4 oder Folgeelektronik ist vorzugsweise eine NC-Steuerung. Zum besseren Verständnis sind in Figur 1 für die Datenleitung 5 zwei Wege eingezeichnet. Gemäß der Erfindung werden die Daten in beiden Richtungen aber auf der gleichen Leitung 5 also bidirektional übertragen, wie auch in Figur 4 im Detail dargestellt ist.

In den Figuren 3 bis 6 sind Impulsdigramme zur Übertragung des Positionsmeßwertes der Meßeinrichtung 1 dargestellt. Während des Ruhezustandes ist die Datenleitung 5 auf LOW. Von der Verarbeitungseinheit 4 ist daher erkennbar, daß es sich bei der angeschlossenen Positionsmeßeinrichtung 1 um die erfindungsgemäße Anordnung handelt, da die Datenleitung im Ruhezustand bei einer Anordnung gemäß der EP 0 171 579 B1 auf HIGH ist.

Bei der ersten negativen Taktflanke werden die Analogwerte der Abtasteinrichtung 10 in den Baustein 2 abgespeichert. Wenn die erforderlichen Berechnungen im Baustein 2 abgeschlossen sind, was durch die Rechenzeit  $t_c$  angegeben ist, wird von der Meßeinrichtung 1 ein Startsignal in Form eines Startbits an die Verarbeitungseinheit 4 gegeben, und zwar synchron zu einer positiven Taktflanke. Die Zeit  $t_c$  ist variabel und abhängig vom Umfang der Berechnungen. Das Startbit zeigt an, daß ein gültiger Positionsmeßwert zur Übertragung vorliegt.

Nach dem Startbit wird ein Alarmbit übertragen. Das Alarmbit meldet eine Fehlfunktion der

Meßeinrichtung 1 an die Verarbeitungseinheit 4. Eine Fehlermeldung wird dann abgegeben, wenn im Speicher 9 eine Fehlermeldung abgespeichert ist. Die Ursache für den Alarm kann aus dem Speicher 9 ausgelesen werden.

Mit der nachfolgenden positiven Taktflanke werden die am Parallel-Serien-Wandler 3 anstehenden Datenbits des Meßwertes seriell vom Sender 12 über die Datenleitung 5 zur Verarbeitungseinheit 4 übertragen. Die Länge des Meßwertes, das heißt, die notwendige Taktanzahl wurde der Verarbeitungseinheit 4 vor der Übertragung als Parameter aus dem Speicher 9 mitgeteilt. Zur Überprüfung der Meßwertübertragung wird zusätzlich ein CRC (cyclic redundancy check) übertragen. Die Bildung eines CRC ist aus der Datenverarbeitung bekannt.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 wird zuerst das MSB und als Letztes das LSB des Meßwertes übertragen. Bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 4 bis 6 dagegen zuerst das LSB. In den Figuren 4 und 5 sind auch die invertierten Status-Bits dargestellt. Wenn zuerst das LSB übertragen wird, kann eine schnelle bitserielle binäre Subtraktion und Addition bei der Nullpunktverschiebung ohne viel Aufwand während der Übertragung realisiert werden. Weiterhin hat diese Übertragung Vorteile bei Codewertanschlußberechnungen gemäß der DE 27 58 525 B1, DE 29 38 318 C3, DE 37 34 938 C2, da der gröber auflösende Codewert vom feiner auflösenden Codewert abhängig ist.

Nach einer bestimmten Zeit  $t_m$  erfolgt erneut eine Meßwertspeicherung und Übertragung. Dabei wird wieder während der Rechenzeit  $t_c$  die Statusinformation von der Verarbeitungseinheit 4 an die Meßeinrichtung 1 gesendet.

Bei der Übertragung des Positionsmeßwertes wird zwischen unterbrochenem und durchlaufendem Takt unterschieden. Zur Verdeutlichung sind diese zwei Betriebsarten in den Figuren 5 und 6 im Detail dargestellt. Der unterbrochene Takt gemäß Figur 5 zeichnet sich dadurch aus, daß der Takt nach der CRC-Übertragung bis zur Speicherung eines neuen Positionsmeßwertes aussetzt. Vor jeder Übertragung eines Positionsmeßwertes an die Verarbeitungseinheit 4 wird von der Verarbeitungseinheit 4 ein Status-Befehl gesendet. Der unterbrochene Takt ist insbesondere für Systeme bestimmt, welche zeitlich getaktet sind wie z.B. Regelkreise. Soll in möglichst kurzer Zeit wieder ein Meßwert übertragen werden, ist es auch möglich die Betriebsweise nach Figur 6 "durchlaufender Takt" zu wählen. Dabei wird die Wartezeit  $t_m$  sowie die Zeit zur Übertragung der Statusinformation eingespart. Die zuletzt übertragene Statusinformation wird in der Verarbeitungseinheit 4 als aktuelle Statusinformation herangezogen.

Wie aus den Figuren 3 bis 6 ersichtlich ist, sendet die Verarbeitungseinheit 4 jeweils ein Status-Bit synchron zur fallenden Taktflanke. Eine Übernahme des Status-Bit vom Meßsystem 1 erfolgt synchron zur steigenden Taktflanke.

Damit die Anordnung zur seriellen Übertragung für möglichst viele Meßeinrichtungen einsetzbar ist, sind zusätzlich zu der Datenleitung 5 und Taktleitung 6 noch weitere Leitungen 16 zur Übertragung von analogen oder binären Zählsignalen einer inkrementalen Positionsmeßeinrichtung vorgesehen (Figur 7). Somit ist es möglich, parallel zu der absoluten Meßwertübertragung auf der Datenleitung 5 auch die Zählsignale auf der Leitung 16 zur Verarbeitungseinheit 4 zu senden. In Figur 7 ist auch ersichtlich, daß die bidirektionale Übertragung von Daten (Meßwerte und Parameter) zwischen der Meßeinrichtung 1 und der Verarbeitungseinheit 4 mit Signalpegeln nach RS485 (Differenzsignale) synchron zu einem von der Verarbeitungseinheit 4 vorgegebenen Taktsignal (CLOCK) erfolgt. Die Taktfrequenz liegt dabei zwischen 100KHz und 2MHz.

Wie bereits erwähnt, ermöglicht der Speicher 9 in der Meßeinrichtung 1 sowohl dem Kunden als auch dem Hersteller der Meßeinrichtung 1, Parameter abzuspeichern und auszulesen. Vorteilhaft ist es, wenn der Speicher 9 in mehrere Bereiche aufgeteilt ist:

- I. Speicherbereich für Parameter des Kunden
- II. Speicherbereich für Parameter des Meßsystem-Herstellers
- III. Speicherbereich für Korrekturwerte.

Der Speicherbereich des Meßsystem-Herstellers ist schreibgeschützt. Die einzelnen Speicherbereiche werden durch den Code "Memory Range Select" unterschieden.

Die Speicher können folgendermaßen belegt werden:

#### I. Speicherbelegung Parameter des Kunden:

##### **1. Nullpunkts-Verschiebung**

Der Wert wird vom Nullpunkt des Meßsystemes 1 subtrahiert.

#### II. Speicherbelegung Parameter des Meßsystem-Herstellers:

Diese Parameter können durch die Herstellung fest vorgegebene Daten beinhalten, aber zusätzlich auch Informationen über den Betriebszustand sowie über Betriebsparameter.

##### **1. Version**

Gibt die Version an, nach welcher der Speicher 9 aufgeteilt ist.

##### **2. Speichergröße**

Angabe der Größe der einzelnen Bereiche des Speichers 9.

##### **3. Übertragungsformat**

Gibt die Anzahl der Takte zur Übertragung eines Meßwertes (Datenwort) an.

#### **4. Meßsystem-Typ**

Gibt an, ob ein inkrementales Längen- oder Winkelmeßsystem mit oder ohne abstandscodierten Referenzmarken bzw. ob ein Singleturn- oder Multiturn-Codedrehgeber verwendet wird.

#### **5. Signalperiode bzw. Signalperioden pro Umdrehung**

Gibt die Breite einer Signalperiode bei Längenmeßsystemen bzw. die Anzahl der Signalperioden pro Umdrehung bei Winkelmeßsystemen an.

#### **6. Anzahl unterscheidbarer Umdrehungen**

Bei Multiturn-Codewinkelmeßsystemen erfolgt die Angabe der unterscheidbaren Umdrehungen.

#### **7. Grundabstand bei abstandscodierten Referenzmarken oder Abstand zweier benachbarter Referenzmarken**

Bei Meßsystemen mit abstandscodierten Referenzmarken erfolgt hiermit die Angabe des Grundabstandes der zusammengehörigen Referenzmarken. Bei Meßsystemen ohne abstandscodierten Referenzmarken erfolgt hiermit die Angabe des Abstandes zwischen zwei benachbarten Referenzmarken.

#### **8. Lage der ersten Referenzmarke**

Gibt die Position der ersten Referenzmarke bezogen auf die Endlage an.

#### **9. Meßschritt oder Meßschritte**

Gibt bei Längenmeßsystemen den Meßschritt an, der bei der seriellen Datenübertragung vom Meßsystem ausgegeben wird. Bei Winkelmeßsystemen wird die Anzahl an Meßschritten pro Umdrehung angegeben.

#### **10. Nullpunkt-Verschiebung des Meßsystem-Herstellers**

#### **11. Drehrichtung und Codeausgabe bei Codewinkelmeßsystemen**

#### **12. Identnummer des Meßsystemes**

#### **13. Seriennummer des Meßsystemes**

#### **14. Alarme**

Aufgetretene Fehler werden abgespeichert. Ist ein Bit beispielsweise ungleich Null, so wird bei der Übertragung von Meßwerten nach Figur 3 das Alarm-Bit gesetzt. Eine Alarm-Meldung kann auch zur Not-Abschaltung eines Antriebes verwendet werden.

#### **15. Warnungen**

Werden Toleranzvorgaben für bestimmte interne Größen des Meßsystems überschritten, die zum Ausfall des Meßsystemes führen können, so werden diese in Form von Warnmeldungen abgespeichert und können auf Anforderung ausgelesen werden. Bei batteriebetriebenen Meßsystemen kann eine Warnmeldung beispielsweise das Wort "Batteriewechsel" sein. Warnungen ermöglichen da-

her eine vorbeugende Wartung.

### III. Speicherbelegung Korrekturwerte

1. Anzahl der Korrekturwerte bezogen auf die Meßlänge
2. Anzahl der Korrekturwerte für Signal-Abweichungen wie Signalamplituden, Phasenversatz sowie Nullpunkt-Abweichungen.
3. Anzahl der Korrekturwerte für Oberwellen.
4. Anzahl der zu korrigierenden Oberwellen.
5. Korrekturwerte zu 1.
6. Korrekturwerte zu 2.
7. Korrekturwerte zu 3.

Selbstverständlich liegt es im Rahmen der Erfindung, auch andere Parameter im Speicher 9 für die Verarbeitungseinheit 4 zur Verfügung zu stellen. Bei der Inbetriebnahme erfolgt eine Anpassung der Verarbeitungseinheit 4 durch Übernahme der notwendigen Parameter vom Meßsystem 1 über die Datenleitung 5.

Die Bereiche des Speichers 9 können softwaremäßig aufgeteilt sein, es ist aber auch möglich, daß der Speicher 9 aus mehreren einzelnen Speicherbaueinheiten besteht.

Es ist offensichtlich, daß die erfindungsgemäße Anordnung folgende Vorteile aufweist:

- Einsatz für Code-Meßsysteme und inkrementale Meßsysteme,
- Minimierte Übertragungszeiten für den absoluten Positionswert. Bei Anwendungen im geschlossenen Regelkreis werden dadurch Totzeiten reduziert und ein verbessertes Regelverhalten erreicht,
- Bidirektionale Schnittstelle mit der Möglichkeit, sowohl für den Kunden als auch für den Meßsystem-Hersteller, Parameter im Meßsystem abspeichern und auslesen zu können (Vereinfachung der Inbetriebnahme),
- Unterstützung von Überwachungs- und Diagnosefunktionen der Verarbeitungseinheit,
- Bei absoluten Meßsystemen erfolgt grundsätzlich eine Übertragung vollständiger Absolutwerte im Dual-Code unabhängig von der Art der Bestimmung des absoluten Positionsmeßwertes, wodurch keine unterschiedliche Auswertung in der Verarbeitungseinheit erforderlich ist.
- Das Format zur Übertragung des Positionsmeßwertes ist in seiner Länge variabel und hängt vom jeweiligen Meßsystem ab. Die Festlegung der Anzahl der Takte und die Zuordnung des Positionsmeßwertes zu den Takten erfolgt durch den abzufragenden Inhalt des Speichers im Meßsystem.

Wie aus den vorhergehenden Ausführungen ersichtlich ist, ist es besonders vorteilhaft, wenn der Takt von der Verarbeitungseinheit 4 vorgegeben wird. Hierdurch ist eine synchrone Datenübertragung gewährleistet.

Die Erfindung ist aber auch einsetzbar, wenn der Takt vom Meßsystem 1 vorgegeben wird. Hierbei wird über die Taktleitung 6 von der Verarbeitungseinheit 4 ein Anforderungssignal (Request) an das Meßsystem 1 gesendet. Daraufhin werden synchron zu einem internen Takt die Bits des Positionsmeßwertes seriell über die Datenleitung 5 zu der Verarbeitungseinheit 4 gesendet. Um auch hier eine zum Verarbeitungstakt der Verarbeitungseinheit 4 synchrone Übertragung sicherzustellen, kann der interne Taktgeber des Meßsystems 1 mit einer Flanke des Anforderungssignals synchronisiert werden. Das Anforderungssignal kann auch über die Datenleitung 5 zum Meßsystem 1 gesendet werden.

Die Erfindung ist bei Winkel- sowie Längenmeßeinrichtungen einsetzbar. Das Abtastprinzip ist nicht auf das lichtelektrische Prinzip beschränkt. Der Code zur Bildung des zu übertragenden Positionsmeßwertes kann in einer einzigen Spur (Kettencode) oder in mehreren Spuren auf einem oder auf mehreren Codeträgern vorgesehen sein.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur seriellen Datenübertragung zwischen einer Positionsmeßeinrichtung (1) und einer Verarbeitungseinheit (4), wobei die Positionsmeßeinrichtung (1) einen Baustein (2) aufweist, in dem aus den Abtastsignalen zumindest einer Abtasteinrichtung (10) ein die Absolutposition definierendes binäres Codewort gebildet wird, das einem Ausgabebaustein (3) zuführbar ist, welcher eine bitserielle Übertragung des Codewortes über eine Datenleitung (5) aufgrund eines Befehles (Status) der Verarbeitungseinheit (4) veranlaßt, wobei die Positionsmeßeinrichtung (1) weiterhin mehrere Speicherbereiche (8, 9) aufweist, und in einem Speicherbereich (9) spezifische Parameter der Positionsmeßeinrichtung (1) abgespeichert sind, welche ebenfalls über die genannte Datenleitung (5) seriell zu der Verarbeitungseinheit (4) übertragbar sind, wodurch die Verarbeitungseinheit (4) an diese Parameter anpaßbar ist, und ein weiterer Speicherbereich (8) zur Dekodierung von Befehlen (Status) der Verarbeitungseinheit (4) dient, wobei diese Befehle (Status) ebenfalls als binäre Datenwörter seriell auf der genannten Datenleitung (5) der Positionsmeßeinrichtung (1) zuführbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Taktimpulsfolgen eines Taktgebers (15) dem Takteingang des Ausgabebausteins (3) zugeführt werden, und am Ausgang des Ausgabebausteins (3) die Datenleitung (5) angeschlossen ist, wobei die Positionsmeßwer-

- te und die Parameter taktsynchron zur Taktimpulsfolge bitseriell auf dieser Datenleitung zu der Verarbeitungseinheit (4) übertragbar sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Taktgeber (15) in der Verarbeitungseinheit (4) vorgesehen ist und die Taktimpulsfolgen über eine Taktleitung (6) dem Takteingang des Ausgabebausteins (3) zuführbar sind. 5 10
  4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Taktgeber in der Positionsmeßeinrichtung (1) vorgesehen ist, und der Taktgeber durch ein Anforderungssignal von der Verarbeitungseinheit (4) aktivierbar ist. 15
  5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Taktgeber durch eine Flanke des Anforderungssignales synchronisierbar ist. 20
  6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgabebaustein ein Parallel-Serien-Wandler (3) ist, an dem das binäre Codewort parallel ansteht. 25
  7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Speicherbereich (9) Parameter der Positionsmeßeinrichtung (1) vom Hersteller der Positionsmeßeinrichtung (1) eingespeichert sind und dieser Speicherbereich (9) vom Anwender der Positionsmeßeinrichtung (1) nicht beschreibbar ist. 30 35
  8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Positionsmeßeinrichtung (1) zumindest ein Speicherbereich (9) mit anwenderspezifischen Parametern vorgesehen ist, der über die Datenleitung (5) Parameter zuführbar sind. 40
  9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in der Positionsmeßeinrichtung (1) zumindest ein Speicherbereich (9) mit Alarm- und/oder Fehlermeldungen vorgesehen ist, der über die Datenleitung (5) auslesbar ist. 45
  10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicherbereich (9) als spezifischer Parameter die zur Übertragung des Positionsmeßwertes benötigte Information über die Taktanzahl abgespeichert ist. 50 55
  11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal der Datenleitung (5) im Ruhezustand auf dem Pegel LOW liegt.
  12. Verfahren zur seriellen Datenübertragung zwischen einer Positionsmeßeinrichtung (1) und einer Verarbeitungseinheit (4), bei der Befehle (Status) von der Verarbeitungseinheit (4) zu der Positionsmeßeinrichtung (1) als Datenwörter bitseriell übertragen werden und die Positionsmeßeinrichtung (1) daraufhin veranlaßt wird, einen Befehl (Status) auszuführen, und in Abhängigkeit des Befehles (Status) einen Positionsmeßwert als binäres Datenwort oder einen in der Positionsmeßeinrichtung (1) abgespeicherten Parameter als binäres Datenwort zu der Verarbeitungseinheit (4) zu senden, oder die Positionsmeßeinrichtung (1) veranlaßt, Parameter von der Verarbeitungseinheit (4) zu empfangen und in einem Speicherbereich (9) abzuspeichern, wobei die Befehle (Status), die Parameter und die Positionsmeßwerte auf einer gemeinsamen Datenleitung (5) übertragen werden.
  13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Befehle (Status), die Parameter und die Positionsmeßwerte taktsynchron übertragen werden.
  14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Taktimpulsfolge von der Verarbeitungseinheit (4) über eine Taktleitung (6) zu der Positionsmeßeinrichtung (1) übertragen wird.
  15. Verfahren nach Anspruch 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Übertragung eines Positionsmeßwertes notwendige Information über die Taktanzahl in der Positionsmeßeinrichtung (1) abgespeichert ist, daß diese Information von der Verarbeitungseinheit (4) gelesen wird und die erforderliche Anzahl der Takte bei der Meßwertübertragung der Positionsmeßeinrichtung (1) von der Verarbeitungseinheit (4) zur Verfügung gestellt wird.
  16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß
    - bei einer Taktflanke der Taktimpulsfolge die Bildung und Abspeicherung des momentanen absoluten Positionsmeßwertes in der Positionsmeßeinrichtung (1) veranlaßt wird,
    - daß nach einer vorgegebenen Rechenzeit ( $t_c$ ) von der Positionsmeßeinrichtung (1) eine Startmeldung (Start) an die Ver-

- arbeitungseinheit (4) übertragen wird,
- daß nach der Startmeldung (Start) eine Alarmmeldung (Alarm) und/oder eine Fehlermeldung an die Verarbeitungseinheit (4) übertragen wird, und
- daß nachfolgend das Datenwort des Positionsmeßwertes an die Verarbeitungseinheit (4) übertragen wird.

5

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Übertragung des Positionsmeßwertes ein Datenwort (CRC) zur Kontrolle des übertragenen Positionsmeßwertes an die Verarbeitungseinheit (4) übertragen wird.

10

15

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei der bitseriellen Übertragung des Positionsmeßwertes zuerst das Least Significant Bit übertragen wird.

20

19. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß in der Positionsmeßeinrichtung (1) ein Speicherbereich (9) vorgesehen ist, in dem im Fehlerfall oder bei Überschreiten vorgegebener Toleranzen eine Fehlerinformation abgespeichert ist, die auf Anforderung der Verarbeitungseinheit (4) ausgelesen wird.

25

30

35

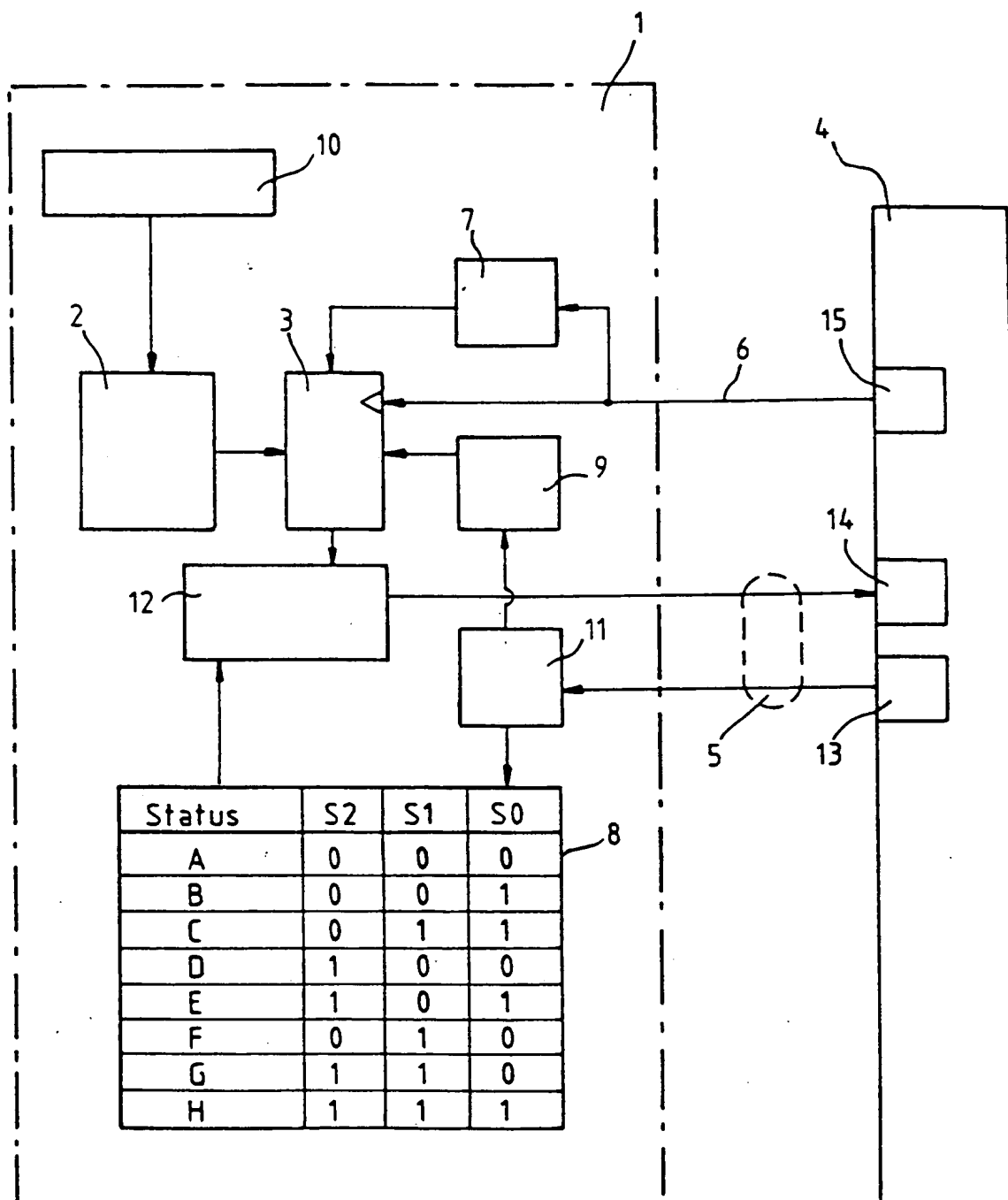
40

45

50

55

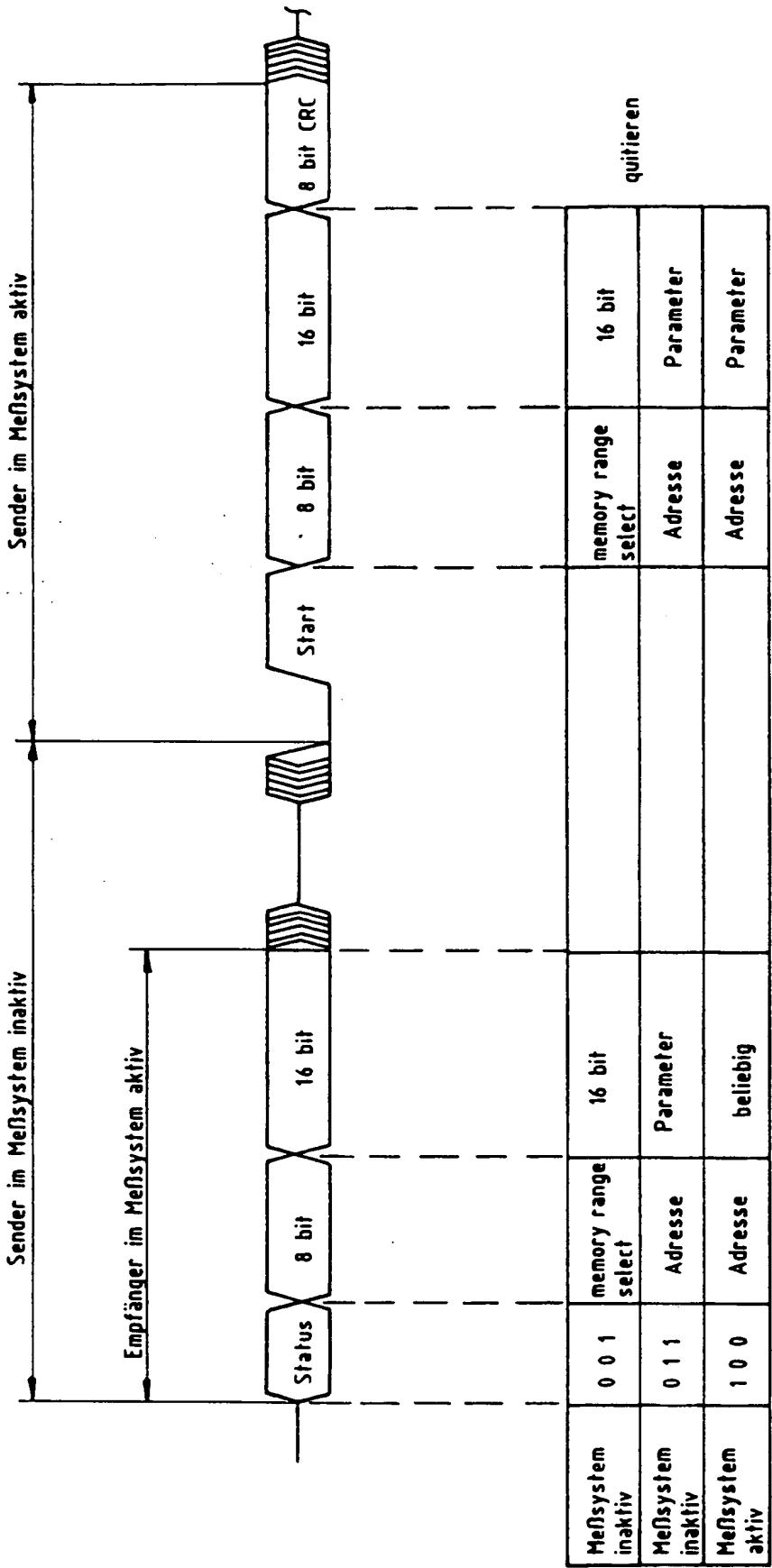
FIG. 1



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

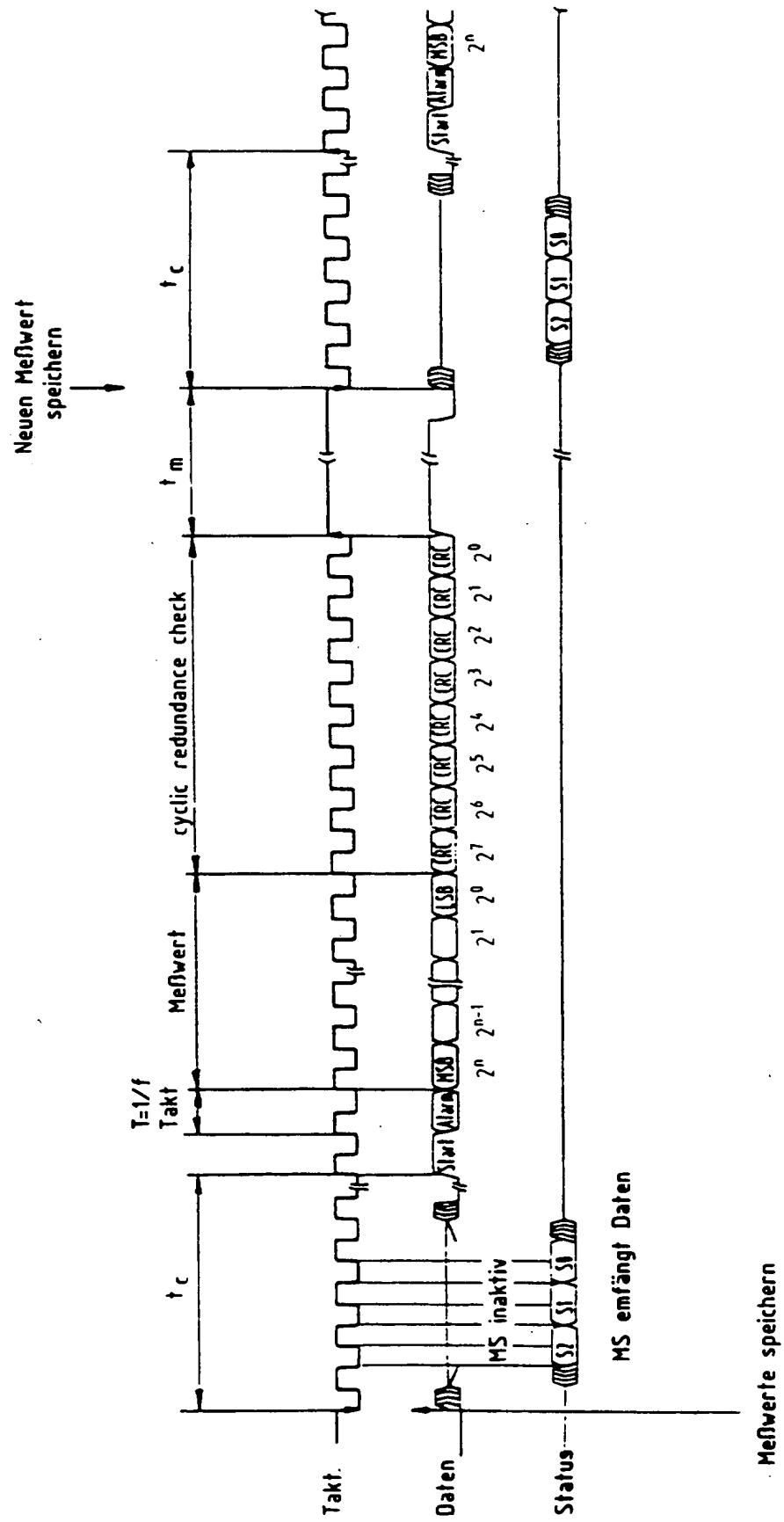


FIG. 2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 4

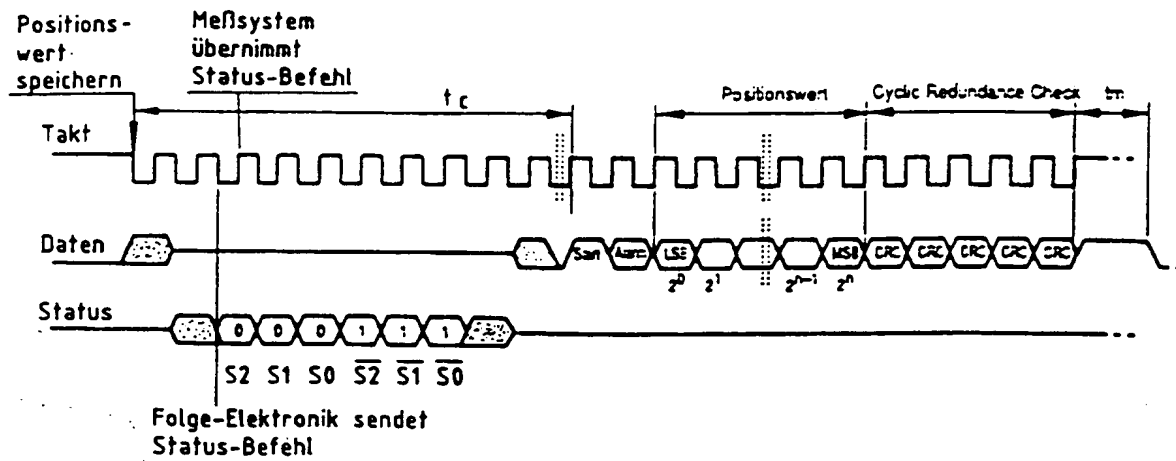


FIG. 5

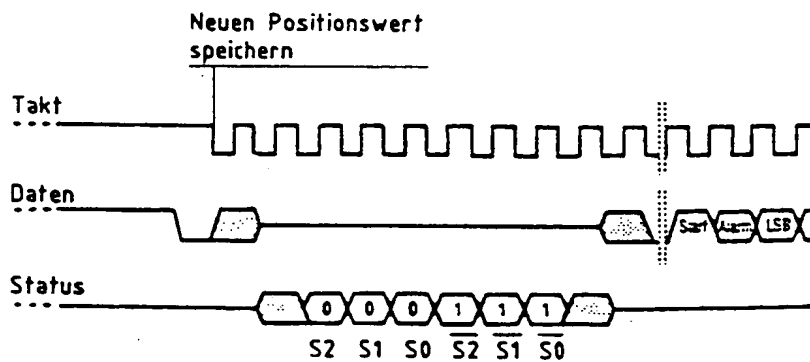
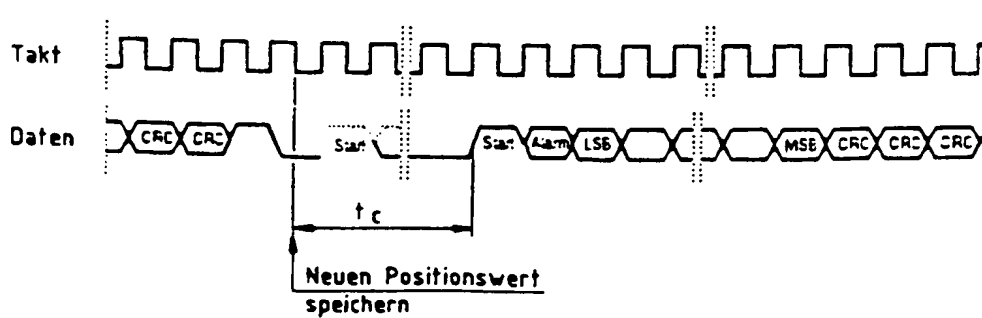
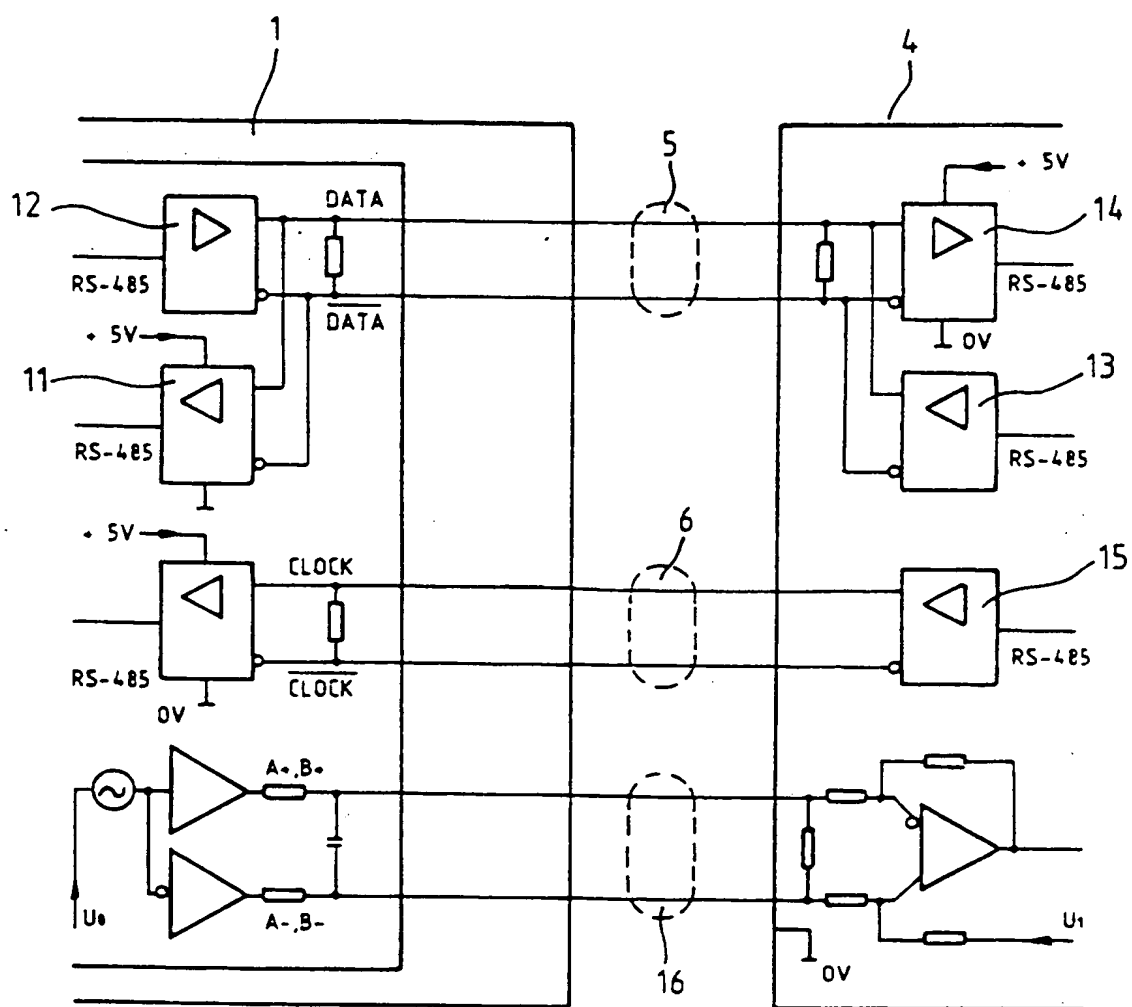


FIG. 6



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

FIG. 7



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 11 9466

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y,D	EP-A-0 171 579 (STEGMANN UHREN ELEKTRO) 19. Februar 1986 * das ganze Dokument *	1,12	G05B19/414
A	---	2-11, 13-19	
Y	US-A-4 912 476 (MILLER LARRY J ET AL) 27. März 1990 * das ganze Dokument *	1,12	
A	---	2-11, 13-19	
A	AUTOMATISIERUNGSTECHNISCHE PRAXIS - ATP, Bd. 33, Nr. 7, Juli 1991 MÜNCHEN DE, Seiten 363-368, XP 000243095 RALPH KENNEL & RUPERT WEBER 'Datenkommunikation über das Bussystem "SERCOS interface", Auswirkungen auf Antriebsregelung in Werkzeugmaschinen' * Seite 363 - Seite 368 *	1-19	
A	ELEKTRONIK, Bd. 41, Nr. 20, 29. September 1992, MÜNCHEN, DE, Seiten 66-73, XP 000311737 ROLAND RUESS 'Sercos-Interface auch für Sensoren und Aktoren' * Seite 68 *	1,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) G05B
A	ADVANCES IN INSTRUMENTATION AND CONTROL, Bd. 48, 1993 RESEARCH TRIANGLE PARK US, Seiten 829-841, XP 000435389 JAMES J. PINTO '"Chicken-Brain" I/O - Architecture for "Truly" Distributed Control' * Seite 829 - Seite 841 *	1-19	

-/--

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort  
DEN HAAG

Abschlußdatum der Recherche  
6. April 1995

Prüfer  
Hauser, L

### KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer  
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  
A : technologischer Hintergrund  
O : nichtschriftliche Offenbarung  
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder  
nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  
I : aus anderen Gründen angeführtes Dokument  
& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes  
Dokument

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 11 9466

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 142 112 (SIEMENS AG) 22.Mai 1985 * das ganze Dokument * -----	1,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchezort

DEN HAAG

Abschlußdatum der Recherche

6.April 1995

Prüfer

Hauser, L

### KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer  
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  
A : technologischer Hintergrund  
O : mündliche Offenbarung  
P : Zwischenliteratur

I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze  
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder  
nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument  
& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes  
Dokument

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**